



Clinical Focus

คำแนะนำการบริโภคอาหารในผู้ป่วยไตเรื้อรังในระยะก่อนบำบัดทดแทนไต และโรคไตระยะสุดท้าย

Dietary Recommendation in Patients with Non-Dialysis Chronic Kidney Disease and End Stage Renal Disease

ปิยวรรณ กิตติสกุลนาม

หน่วยโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

email: piyawan.ki@chula.ac.th

โรคไตเรื้อรังในระยะก่อนบำบัดทดแทนไต (Non-dialysis Chronic Kidney Disease, CKD) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมของสารอาหารในร่างกาย ความผิดปกติของสมดุลเกลือแร่ และนำไปสู่ภาวะของเสียคั่งสะสมในร่างกาย (uremia) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะท้ายของโรค (advanced stage CKD) บทบาทของการดูแลผู้ป่วยในด้านโภชนาการอาหารโรคไตจึงมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการช่วยให้ภาวะที่ผิดปกติดังกล่าวข้างต้นนั้นเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้นได้ อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารตาม dietary prescription ของอายุรแพทย์โรคไตนั้นต้องอาศัยความร่วมมือจากทีมสหสาขาวิชาชีพ ได้แก่ นักกำหนดอาหารหรือพยาบาลโรคไต ร่วมด้วย อีกทั้งการให้คำแนะนำทางด้านโภชนาการ ควรมีการสังเคราะห์และสัดส่วนของอาหารอย่างมีความจำเพาะเจาะจงในแต่ละระยะของโรคไตเรื้อรัง เพื่อที่จะได้ประโยชน์สูงสุดในการชะลอความเสื่อมของโรคไตเรื้อรัง รวมไปถึงการป้องกันการเกิดภาวะขาดโปรตีนและพลังงาน (Protein

Energy Wasting, PEW) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย (End Stage Renal Disease, ESRD) ที่ได้รับการฟอกเลือดและล้างไตทางหน้าท้อง

ความผิดปกติของการทำงานของไตกับเมแทบอลิซึมของสารอาหาร

การสังเคราะห์ทางโภชนาการโรคไตโดยการปรับเปลี่ยนสัดส่วนหรือชนิดของอาหารในผู้ป่วย non-dialysis CKD นั้นมีประโยชน์ต่อผู้ป่วย สามารถลดการคั่งของของเสีย (waste product) ทำให้บรรเทาอาการของภาวะ uremia ป้องกันเกิดการภาวะกรดเกิน (metabolic acidosis) ในร่างกาย ป้องกันการเกิดภาวะขาดโปรตีนและพลังงาน และช่วยป้องกันภาวะคั่งของเกลือและน้ำในร่างกายซึ่งจะทำให้ความดันโลหิตของผู้ป่วยอยู่ในเกณฑ์ปกติ¹ อาทิเช่น หากแพทย์ไม่จำกัดและติดตามการรับประทานเกลือโซเดียมของผู้ป่วยจะมีผลทำให้ยาลดระดับของโปรตีนในปัสสาวะและความดันโลหิตในกลุ่ม Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor (ACEI)

ออกฤทธิ์ได้ไม่ดี² การบริโภคปริมาณโปรตีนต่อวันมากเกินไปจะส่งผลให้มีการสะสมของของเสียในร่างกายร่วมกับเกิดภาวะความเป็นกรดขึ้นในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่มีประจุรวมเป็นบวก หรือมี sulfur เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน เช่น homocysteine เป็นต้น

โดยปกติกรดอะมิโนจะผ่านการกรองที่หน่วยไต (glomerulus) ประมาณ 50-70 กรัมต่อวัน และถูกดูดกลับที่ท่อไตส่วนต้นประมาณร้อยละ 97-98 นั่นคือกรดอะมิโนจะมีการดูดกลับเกือบทั้งหมด เมื่อไตทำหน้าที่ลดลงจากสาเหตุใดก็ตาม จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนบางชนิดจากชนิดที่ไม่จำเป็น (non-essential หรือ dispensable amino acid) ไปเป็นชนิดจำเป็น (essential หรือ non-dispensable amino acid) จึงเรียกรดอะมิโนเหล่านี้ว่า conditionally essential amino acid ในโรคไต ยกตัวอย่างเช่น กรดอะมิโน tyrosine ในผู้ป่วย CKD จะมีระดับลดลงเนื่องจากไม่สามารถสร้างขึ้นจากเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน phenylalanine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นชนิดหนึ่งเหมือนเช่นคนปกติ หรือ กรดอะมิโน serine มีปริมาณลดลง จากการที่กรดอะมิโน glycine ที่ไตมีการสะสมน้อยลงจึงถูกเมแทบอลิซึมไปเป็น serine ได้น้อยลง ซึ่งกรดอะมิโน serine นี้มีบทบาทเป็นสารตั้งต้นกำเนิดของโฟเลตและสารกลุ่ม sphingolipids

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า อาหารที่มีโปรตีนสูงนั้นจะมีสารตั้งต้นที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน (precursors of nitrogenous compounds) อยู่ในปริมาณมากเช่นเดียวกัน ซึ่งสารเหล่านี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดอาการและอาการแสดงของภาวะของเสียคั่งในร่างกาย (uremic symptoms) นอกจากนี้อาหารที่มีโปรตีนสูงยังมีส่วนประกอบของโซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียม ฟอสเฟต กรดยูริก และกรดประเภทอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งการมีภาวะกรดเกินในร่างกายนี้จะนำไปสู่การสลายของกรดอะมิโนและโปรตีนออกมาจากกล้ามเนื้อผ่านกลไกการกระตุ้น ubiquitin-proteasome pathway ดังนั้นการประเมินและติดตามปริมาณของโปรตีนที่ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังในระยะก่อนบำบัดทดแทนไต จากการเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลาที่ผู้ป่วยมีระดับของ urea nitrogen ในเลือดและปัสสาวะของผู้ป่วยอยู่ในระดับที่คงที่ (stable patient) ร่วมกับการประเมินปริมาณโซเดียม โพแทสเซียม ที่ขับ

ออกมาจากร่างกายของผู้ป่วยโดยการเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมงจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก³

โปรตีนหรือกรดอะมิโนประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก ดังนั้น 1 กรัมของไนโตรเจนจึงเท่ากับ 6.25 กรัมของโปรตีน การศึกษาปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายได้รับ (nitrogen intake) เปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายขับถ่าย (nitrogen excretion) จะแสดงถึงภาวะเมแทบอลิซึมของโปรตีนในร่างกายได้ดังสูตร⁴

$$\text{Nitrogen appearance} = \text{UUN (กรัมไนโตรเจน/วัน)} + \text{NUN (กรัมไนโตรเจน/วัน)}$$

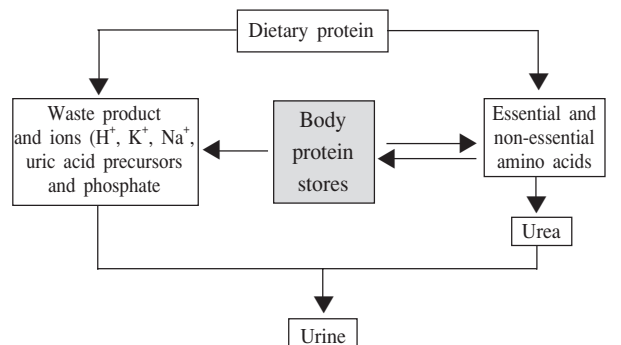
$$\text{Nitrogen intake} = \text{DPI (กรัม)} - [\text{UUN (กรัมไนโตรเจน/วัน)} + (0.031 \times \text{น้ำหนักตัวเป็นกก.})] \times 6.25$$

ในคนปกติจะมีดุลไนโตรเจนเป็นศูนย์ ดังนั้น

$$\text{DPI (กรัม / กก. / วัน)} = [\text{UUN (กรัมไนโตรเจน/วัน)} + 0.031 \times \text{น้ำหนักตัวเป็นกก.}] \times 6.25 + \text{ปริมาณโปรตีนในปัสสาวะ (กรัม/วัน)}$$
 เมื่อมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะเกิน 5 กรัม/วัน

UUN; 24-hour Urinary Urea Nitrogen
 NUN; Non Urinary Urea Nitrogen loss ซึ่งหมายถึงปริมาณยูเรียที่ไม่ได้สูญเสียไปทางปัสสาวะ โดยอาจสูญเสียไปทางอื่นเช่น ทางเหงื่อ หรืออุจจาระ

DPI; Dietary Protein Intake
 จากสูตรจะเห็นได้ว่า ปริมาณโปรตีนในอาหารและสัดส่วนของกรดอะมิโนจำเป็นที่ร่างกายสร้างไม่ได้เองในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมดุลไนโตรเจน ถ้าได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ การสร้างโปรตีนของร่างกายจะ



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของโปรตีนที่ได้รับจากอาหารและการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในร่างกาย (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 3)

ลดลง หรือถ้าสัดส่วนของกรดอะมิโนจำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ ทั้ง 9 ชนิด คือ isoleucine, leucine, valine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan และ histidine ไม่เพียงพอ การสร้างโปรตีนก็จะเป็นไปไม่ได้ทำให้มีการสลายกรดอะมิโนมากขึ้น ดุลไนโตรเจนจะเป็นลบ นอกจากนี้การได้รับปริมาณพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เพียงพอยังเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากร่างกายจะเก็บรักษาโปรตีนไว้ไม่สลายออกมาใช้เป็นพลังงานทดแทน จึงเรียกคุณสมบัติดังกล่าวว่า protein-sparing action⁵

ในทางกลับกัน หากรับประทานโปรตีนมากเกินไปจะทำให้อาการของ uremia กำเริบได้ จากการที่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ทำให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีนบางประเภทไปเป็นเปปไทด์หรือกรดอะมิโน เกิดเป็นสารตัวกลางที่เป็นพิษ (uremic toxins) หลายชนิด ได้แก่

- หากได้รับกรดอะมิโน phenylalanine จากอาหารมากเกินไป จะทำให้ phenylacetic acid และ p-cresol คั่งในร่างกาย ซึ่งสาร p-cresol จะทำให้เกิดการกระตุ้นการอักเสบในร่างกายและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดทั่วร่างกายเป็นแบบ atherosclerotic change ผ่านทางขบวนการยับยั้ง nitric oxide synthase⁶

- กรดอะมิโน tryptophan จากอาหาร จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมไปเป็น indoxyl sulfate⁷ สารตัวนี้จะส่งผลให้เกิดการยับยั้งการแบ่งตัวของ endothelial cell และทำให้แผลหายช้า

- กรดอะมิโน arginine จากอาหาร จะทำให้มีระดับของ Asymmetric Dimethylarginine (ADMA) เพิ่มขึ้นในร่างกาย ซึ่งสารตัวนี้จะไปยับยั้งการสร้าง nitric oxide จึงมีผลให้หลอดเลือดทั่วร่างกายหดตัวและเกิดความดันโลหิตสูงตามมา

- Guanidinosuccinic acid จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทั้งในเลือดและเนื้อเยื่อในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่บริโภคโปรตีนขนาดสูง ทำให้เกิดภาวะเป็นพิษต่อระบบประสาทส่วน guanidine และ methylguanidine ทำให้เกิดอาการชาปลายมือปลายเท้า (peripheral neuropathy) นอกจากนี้ gamma-guanidinobutyric acid taurocyamine และ homoarginine ยังทำให้ระดับ (threshold) ของการชักลดลง

นิยามของภาวะขาดโปรตีนและพลังงาน (PEW) ในโรคไตเรื้อรัง

ในภาวะที่ไตเสื่อมหน้าที่การรักษาสมดุลของสารเคมีในร่างกาย รวมทั้งน้ำและสารอาหารต่าง ๆ จะผิดปกติไป ความเข้าใจในเรื่องของอาหารที่บริโภค จึงเป็นเรื่องที่แพทย์และบุคลากรทางการแพทย์จำเป็นต้องให้ความสนใจ เพื่อนำไปสู่การให้การรักษาคำแนะนำที่ถูกต้องแก่ผู้ป่วย ภาวะขาดสารอาหารจะทำให้อัตราการเจ็บป่วยและอัตราการตายของผู้ป่วยโรค CKD เพิ่มขึ้นประมาณ 2 - 5 เท่า⁸ โดยภาวะขาดสารอาหารจะรุนแรงมากขึ้นตามระดับ Glomerular Filtration Rate (GFR) ที่ลดลง⁹ พบความชุกของภาวะขาดสารอาหารประมาณร้อยละ 50 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 และร้อยละ 18 ถึง 75 ในผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต (Renal Replacement Therapy, RRT) สำหรับรายงานในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557 พบผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด (Hemodialysis, HD) มีระดับอัลบูมินในเลือดต่ำกว่า 3 กรัม/ดล. เท่ากับร้อยละ 4.3-16.0 ตามแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย นอกจากนี้ดัชนีมวลกายของผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดและล้างไตทางช่องท้อง (Peritoneal Dialysis, PD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.5 ± 3.3 และ 17.8 ± 4.1 กก./ม² ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าผู้ป่วยจำนวนครึ่งหนึ่งมีค่าดัชนีมวลกายต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน¹⁰

นิยามของภาวะขาดสารอาหารในผู้ป่วยโรคไตทั้งในระยะก่อนและหลังได้รับการบำบัดทดแทนไต หรือภาวะ protein-energy wasting ที่กำหนดโดยคณะกรรมการ International Society of Renal Nutrition and Metabolism (ISRNM)¹¹ คือ มีความผิดปกติอย่างน้อย 2 ใน 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

- ก. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเลือด ได้แก่ ระดับอัลบูมินในเลือด <3 กรัม/ดล. transthyretin <30 มก./ดล. หรือ cholesterol <100 มก./ดล.

- ข. การเปลี่ยนแปลงของมวลร่างกาย (body mass) ได้แก่ ดัชนีมวลกาย <22 และ <23 กก./ม² ในผู้ป่วยอายุ ≤ 65 และ > 65 ปีตามลำดับ น้ำหนักลดมากกว่าร้อยละ 5 ใน 3 เดือน และมากกว่าร้อยละ 10 ใน 6 เดือน หรือปริมาณไขมันในร่างกายน้อยกว่าร้อยละ 10

- ค. การเปลี่ยนแปลงของมวลกล้ามเนื้อ (muscle mass) ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อลดลงมากกว่าร้อยละ 5 ใน 3 เดือน และ มากกว่าร้อยละ 10 ใน 6 เดือน ขนาดกล้ามเนื้อ

เนื้อต้นแขน (mid-arm muscle circumference) ลดลงมากกว่าร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับ percentile ที่ 50 ของประชากรอ้างอิง หรือใช้การวัด creatinine appearance เพื่อใช้ประเมินปริมาณของมวลกล้ามเนื้อที่ปราศจากน้ำและไขมัน (fat-free, edema-free body mass) สามารถคำนวณได้ จากสูตร $0.029 \times \text{total creatinine production}$ จากการเก็บ ปัสสาวะ 24 ชั่วโมง (มก./วัน) + 7.38¹²

ง. การรับประทานอาหาร ได้แก่ ได้รับพลังงานน้อยกว่า 25 kcal ต่อวันเป็นเวลานานกว่า 2 เดือน หรือการรับประทานโปรตีนน้อยกว่า 0.6 และ 0.8 กรัม/กก./วัน ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 2 ถึง 5 และระยะฟอกเลือด ตามลำดับ

ภาวะ protein-energy wasting ในผู้ป่วยโรคไตมักเกิดจากการขาดโปรตีนเป็นหลัก พบสาเหตุของภาวะนี้ได้หลายประการ อาทิเช่น ภาวะเบื่ออาหารที่มักพบได้บ่อยเมื่อ GFR น้อยกว่า 25 มล./นาที/1.73 ม.² ภาวะเลือด

เป็นกรด การอักเสบที่เกิดขึ้นในร่างกาย และที่สำคัญ คือ การที่ผู้ป่วยมีเมแทบอลิซึมของโปรตีนที่ผิดปกติไป

คำแนะนำของสารอาหารในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังในระยะก่อนบำบัดทดแทนไต

การให้คำแนะนำในเรื่องของวิธีการบริโภคอาหารที่ถูกต้องให้แก่ผู้ป่วยไตวายเรื้อรังขึ้นอยู่กับลักษณะของผู้ป่วยแต่ละรายที่มีความต้องการในสารอาหารแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์หลักของการให้คำแนะนำที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ การรักษาสสมดุลของพลังงานและโปรตีนในอาหาร ชะลอการดำเนินของโรคไต ป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากความผิดปกติในสมดุลของเกลือแร่ ป้องกันการเกิดภาวะบวมและคามดันโลหิตสูง รวมไปถึงผู้ป่วยต้องมีคุณภาพชีวิตที่ดีจากการรับประทานสามารถแสดงรายละเอียดของความต้องการพลังงานและสารอาหารประเภทต่างๆในผู้ป่วยโรคไต

ตารางที่ 1 คำแนะนำปริมาณพลังงานและสารอาหารประเภทต่างๆ ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังในระยะก่อนบำบัดทดแทนไต ได้รับการฟอกเลือดและล้างไตทางหน้าท้อง (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 13)

	Non-dialysis CKD	Hemodialysis (HD)	Peritoneal dialysis (PD)
พลังงาน*	30-35 กิโลแคลอรี/กก./วัน	30-35 กิโลแคลอรี/กก./วัน	30-35 กิโลแคลอรี/กก./วัน
โปรตีน**	0.6 - 0.8 กรัม/กก./วัน และพิจารณาเพิ่มเป็น 1.0 กรัม/กก./วัน กรณีเจ็บป่วย	มากกว่าหรือเท่ากับ 1.2 กรัม/กก./วัน	มากกว่าหรือเท่ากับ 1.3 กรัม/กก./วัน และพิจารณาเพิ่มเป็น 1.5 กรัม/กก./วัน กรณีมี peritonitis
โซเดียม	1,840 - 2,300 มิลลิกรัม/วัน หรือ 80-100 mmol/วัน	1,840 - 2,300 มิลลิกรัม/วัน หรือ 80-100 mmol/วัน	1,840 - 2,300 มิลลิกรัม/วัน หรือ 80-100 mmol/วัน
โพแทสเซียม	น้อยกว่า 3,900 มิลลิกรัม/วัน หรือ < 1 mmol/กก./วัน	น้อยกว่า 3,900 มิลลิกรัม/วัน หรือ < 1 mmol/กก./วัน	ไม่จำเป็นต้องจำกัด ทั้งนี้ควรพิจารณา ระดับโพแทสเซียมในเลือดร่วมด้วย
ฟอสฟอรัส	800-1,000 มิลลิกรัม/วัน และพิจารณาให้ยาจับฟอสเฟต ในอาหารร่วมด้วย หากมีระดับ ฟอสเฟตในเลือดสูง	800-1,000 มิลลิกรัม/วัน และพิจารณาให้ยาจับฟอสเฟต ในอาหารร่วมด้วย หากมีระดับ ฟอสเฟตในเลือดสูง	800-1,000 มิลลิกรัม/วัน และพิจารณาให้ยาจับฟอสเฟต ในอาหารร่วมด้วย หากมีระดับ ฟอสเฟตในเลือดสูง
ปริมาณน้ำ	เท่ากับปริมาณปัสสาวะใน 24 ชั่วโมง หรือ มากกว่าไม่เกิน 200-300 มล./วัน	ปรับตามน้ำหนักแห้งของผู้ป่วย	ปรับตามน้ำหนักแห้งของผู้ป่วย

หมายเหตุ * ขึ้นกับระดับกิจกรรมของผู้ป่วย **มากกว่าร้อยละ 50 ควรเป็น high biological value protein

ระยะก่อนและหลังได้รับการบำบัดทดแทนไต ตามคำแนะนำของสมาคม ISRN¹³ ดังตารางที่ 1 สำหรับรายละเอียดคำแนะนำเรื่องอาหารสำหรับผู้ป่วย CKD สามารถแบ่งรายละเอียดออกได้ ดังนี้

1. สารอาหารหลัก (Macronutrients)

สำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปี แนะนำให้รับประทานพลังงานเท่ากับ 35 กิโลแคลอรี/กก./วัน หากอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ควรให้พลังงานเท่ากับ 30 กิโลแคลอรี/กก./วัน ทั้งนี้ควรพิจารณากับระดับกิจกรรมในแต่ละวันของผู้ป่วยร่วมด้วย สัดส่วนของพลังงานควรเป็น คาร์โบไฮเดรต : โปรตีน : ไขมันเท่ากับร้อยละ 55 : 10-15 : 30-35 โดยมีไขมันไม่อิ่มตัวชนิด poly-unsaturated และ monounsaturated fatty acid เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับและไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) ไม่เกินร้อยละ 7 ของพลังงานจากอาหารทั้งหมด

ในผู้ป่วยโรค CKD ควรได้รับปริมาณโปรตีนต่ำกว่าคนปกติ กล่าวคือ ควรได้รับปริมาณโปรตีนประมาณ 0.6-0.8 กรัม/กก./วัน และมากกว่าร้อยละ 50 ของโปรตีนที่ผู้ป่วยได้รับการบริโภคคุณภาพสูง (high biological value) ที่มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นครบถ้วน ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ขาว หรือนม ทั้งนี้จากการศึกษาในอดีตที่มีข้อมูลว่า การลดระดับโปรตีนที่บริโภคลงต่ำกว่าปกตินั้น ร่างกายของผู้ป่วยสามารถเกิดการปรับตัวเพื่อไม่ให้เกิดภาวะดุลไนโตรเจนเป็นลบ จึงไม่ทำให้เกิดภาวะการขาดสารอาหารในผู้ป่วย¹⁴ นอกจากนี้การลดปริมาณโปรตีนที่บริโภคยังทำให้มีการเปลี่ยนแปลงขบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายอื่น ๆ อีก ได้แก่

- การลดการใช้ออกซิเจนในเนื้อไต ทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่เป็นอันตราย (free oxygen radical species) ลดลง

- การสร้างแอมโมเนียในเลือดลดลงทำให้ลดภาวะความเครียดภายในเซลล์ (oxidative stress) โดยพบว่ามีสารสังเคราะห์ สาร glutathione และ malondialdehyde น้อยลง

- Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) มีปริมาณต่ำลง ทำให้มีผลยับยั้งการอักเสบในเนื้อไต (tubulointerstitial inflammation)

- เกิด anti-fibrotic effect เนื่องจากมีการไปลดปริมาณของสารกระตุ้นพังผืดและการอักเสบ เช่น fibronectin, plasma activator inhibitor-1,

endothelin-1, Kruppel-like factor-15 และ transforming growth factor- β

- ลดการสร้าง cytokines เช่น prostaglandin และ kinin

- ลดการสร้างฮอริโมนที่มีผลต่อการเปลี่ยนของความดันในเนื้อไต เช่น angiotensin และ glucagon

2. สารอาหารรอง (micronutrients) และเกลือแร่

2.1 การรับประทานเกลือหรือโซเดียมมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดความดันโลหิตสูงและภาวะน้ำเกินในร่างกายของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง จึงมีคำแนะนำให้บริโภคโซเดียมได้สูงสุดไม่เกิน 2.3 กรัมต่อวัน โดยโซเดียม 2 กรัม นั้นจะเทียบเท่าได้กับ เกลือป่น 1 ช้อนชา, ผงชูรส/ผงปรุงรส/น้ำปลาซีอิ๊ว 3 ช้อนชา, น้ำมันหอย 4 ช้อนโต๊ะ, น้ำจิ้มต่างๆ 5 ช้อนโต๊ะ, ซอสพริก/ซอสสมะเขือเทศ 8 ช้อนโต๊ะ ข้อมูลจากกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปีพ.ศ.2552 พบว่าประชากรไทยบริโภคโซเดียมโดยเฉลี่ย 4.35 กรัม/วัน โดยมีเครื่องปรุงรสที่ให้โซเดียมที่เป็นที่นิยม คือ น้ำปลา เกลือ ซีอิ๊วขาว รองลงมาคือ กะปิ ผงชูรส และน้ำมันหอย เป็นต้น นอกจากนี้ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ กลุ่มเครื่องปรุงที่มีการปรับสูตรเป็นสูตรโซเดียมต่ำหรือโซเดียม 40% ซึ่งเครื่องปรุงเหล่านี้ใช้เกลือโพแทสเซียมแทนเกลือโซเดียม ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เหมาะแก่ผู้ป่วยความดันโลหิตสูงที่ต้องการลดปริมาณโซเดียมที่ได้รับ โดยที่อาหารยังคงมีรสเค็มใกล้เคียงของเดิม แต่ในกรณีของผู้ป่วยโรคไตนั้นการใช้เกลือโพแทสเซียมแทนเกลือโซเดียมไม่ได้ส่งผลดีต่อภาวะของผู้ป่วยเพราะจะทำให้ระดับโพแทสเซียมในเลือดสูงขึ้นได้ ดังนั้นผู้ป่วยโรคไตจึงควรหลีกเลี่ยงเครื่องปรุงที่ระบุว่าลดโซเดียมด้วยเช่นกันหากตรวจพบมีระดับโพแทสเซียมในเลือดสูง

2.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่รับประทานได้ต่อวันขึ้นอยู่กับระดับของโพแทสเซียมในเลือดเป็นหลัก นักกำหนดอาหารมักจะแนะนำวิธีการลดโพแทสเซียมในอาหาร เช่น การนำผักมาหั่นเป็นชิ้นเล็กแล้วนำไปต้มในน้ำแล้วเทน้ำที่ต้มทิ้ง ด้วยวิธีนี้จะสามารถลดปริมาณโพแทสเซียม ในอาหารลงได้ประมาณร้อยละ 20-30

ในผู้ป่วยรายที่มีโพแทสเซียมในเลือดอยู่ในระดับสูงกว่าปกติ ควรหลีกเลี่ยงผักและผลไม้กลุ่มที่มีโพแทสเซียมมาก และมากที่สุด

ผัก: ระดับโพแทสเซียมในผักต่างๆ ต่อส่วนที่กินได้ 100 กรัม

- ผักที่มีมากที่สุด (447-544 มก.) เห็ดกระดุม เห็ดโคน ผักชีทุกชนิด ผักโขม ชะอม หัวปลี ต้นกระเทียม ใบขี้เหล็ก ใบชะพลู ผักกระโดน ผักกระถิน เห็ดเป่าฮื้อ

- ผักที่มีมาก (200-400 มก.) ยอดขี้เหล็ก แขนงกะหล่ำ ผักหวาน ฟักทอง ยอดฟักทอง ยอดกระถิน กะหล่ำดอก ใบกุยช่าย กระน้ำ (ทั้งต้น) ขึ้นฉ่าย บร็อคโคลี่ แครอท เห็ดตับเต่า เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดหอมสด ถั่วฝักยาว ผักกะเฉด ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง มะเขือพวง ผักบุ้งไทย ผักบุ้งจีน

- ผักที่มีปานกลาง (100-200 มก.) เห็ดนางฟ้า เห็ดเผาะ แดงกวา ฟักเขียว พริกฝรั่ง (พริกหวาน) มะระจีน หัวผักกาดขาว มะเขือยาว มะละกอดิบ มะเขือเทศ มะเขือเทศสีดา ตำลึง ผักกาดขาวชนิดใบเขียว ผักกาดขาวชนิดห่อ ต้นหอม ถั่วงอก ถั่วลันเตา บวบหอม

- ผักที่มีค่อนข้างน้อย (ไม่เกิน 100 มก.) บวบเหลี่ยม ถั่วพู หอมหัวใหญ่

- ผักที่มีน้อย (<50 มก.) เห็ดหูหนู

ผลไม้: ระดับโพแทสเซียมในผลไม้ต่างๆ ต่อส่วนที่กินได้ 100 กรัม

- ผลไม้ที่มีมากที่สุด (437-442 มก.) ทูเรียนทุกชนิด ขนุน แห้ว ผลไม้แห้งทุกชนิด เช่น กล้วยตาก ลำไยแห้ง ลูกเกต ลูกพรุน มะขาม

- ผลไม้ที่มีมาก (200-300 มก.) กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า ลำไย มะละกอสุก น้อยหน่า

- ผลไม้ที่มีปานกลาง (100-200 มก.) ส้มเขียวหวาน ส้มเขียว ฝรั่ง ชมพู่ มะม่วง ละมุด ลิ้นจี่ เงาะ ลิ้นปี่ องุ่น แอปเปิ้ล สาลี่

- ผลไม้ที่มีน้อย (น้อยกว่า 100 มก.) แดงโม ลูกท้อสด

2.3 เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะฟอสเฟตในเลือดสูง ผู้ป่วยควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีฟอสเฟตสูง และพิจารณาใช้ยาจับฟอสเฟตเมื่อมีข้อบ่งชี้ อาหารกลุ่มที่มีฟอสเฟตสูง ได้แก่

- อาหารที่มีส่วนประกอบของยีสต์และผงฟูเช่น พาย ขนมปัง คุกกี้ เค้ก ซาลาเปา ผู้ป่วยควรงดอาหารกลุ่มนี้ทุกชนิดแต่หากอยากกิน ควรเลือกเป็นเค้กไข่ขาว และกินปริมาณไม่เกินขนาดเท่ากล่องไม้ขีดราคา 1 บาท 2 กล่อง

- ถั่วและผลิตภัณฑ์ของถั่ว ผู้ป่วยควรจำกัดการกินถั่วทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นถั่วเปลือกแข็ง เช่น อัลมอนด์

แมคคาเดเมีย เม็ดมะม่วงหิมพานต์ หรือ ธัญพืช เช่น ลูกเดือย ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ รวมไปถึงอาหารที่มีถั่วเป็นส่วนประกอบ เช่น ลูกชุบ เนื่องจากคือถั่วเขียวบด ขนมสาคุ ข้าวเกรียบปากหม้อ ขนมเทียนไส้เค็ม เต้าหู้ นมถั่วเหลือง

- ไข่แดงและผลิตภัณฑ์ อาหารที่มีส่วนผสมเป็นไข่แดง สังขยา ขนมไทยกลุ่มตระกูลทอง เช่น ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง รวมไปถึงขนมี่เหลือง แผ่นก๊วย และเส้นพาสต้า

- นมและผลิตภัณฑ์จากนม ได้แก่ ซีส โยเกิร์ต นมเปรี้ยว ไอศกรีม หากอยากกินไอศกรีมสามารถเลือกเป็นไอศกรีมหวานเย็นที่ทำจากน้ำหวานหรือไอศกรีมที่เป็นเยลลี่ซึ่งผสมเจลาตินได้ และควรระวังไอศกรีมที่ทำจากน้ำผลไม้หากมีปัญหาเรื่องโพแทสเซียม หากเป็นไอศกรีมแบบพรีเมียมควรเลือกกลุ่มที่เป็นไอศกรีมซอร์เบท หากไม่มีปัญหาเรื่องโพแทสเซียม

- เนื้อสัตว์ที่มีการปรุงแต่งหรือหมักให้นุ่ม เนื่องจากปัจจุบันร้านอาหารเริ่มนำสารกลุ่มไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) หรือที่เรียกกันว่าผงหมูนุ่มมาใช้หมักเนื้อสัตว์ เช่น หมูบึ่ง ลูกชิ้น หมูนุ่มในราดหน้า และในหมูสับปรุงรส เพื่อให้เนื้อสัตว์มีลักษณะนุ่มและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผู้ป่วยจึงควรระมัดระวังเนื้อสัตว์ที่มีลักษณะนุ่มกว่าปกติ เพราะถึงแม้ร้านอาหารจะไม่ได้ใช้ผงฟอสเฟตหรือผงหมูนุ่มแต่วัตถุดิบอื่นๆ ที่ใช้ในการหมักหมูให้นุ่ม เช่น ไข่แดง หรือ baking soda ก็ประกอบไปด้วยโซเดียมและฟอสเฟตซึ่งผู้ป่วยโรคไตจำเป็นต้องระวังอยู่แล้ว

- อาหารแปรรูปและอาหารผ่านกรรมวิธี เช่น ไส้กรอก โบโลน่า อาหารแช่แข็ง ในกระบวนการผลิต จำเป็นต้องเติมโซเดียมฟอสเฟต (sodium phosphate) เพื่อให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำ เนื้อจึงมีเนื้อสัมผัสที่เนียน และรสชาติดีขึ้น

- น้ำอัดลม ในน้ำอัดลมโดยเฉพาะโคล่าจะใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เป็นส่วนประกอบเพื่อคงคุณภาพ หากผู้ป่วยต้องการเครื่องดื่มอัดก๊าศสามารถเลือกดื่มโซดาผสมน้ำหวานแทนได้ เนื่องจากในโซดาไม่มีการเติมกรดฟอสฟอริก

2.4 แมกนีเซียม โดยทั่วไปอาหารที่รับประทานจะมีปริมาณของแมกนีเซียมไม่มากนัก คือ มักจะน้อยกว่า 300 มก./วัน ส่วนมากภาวะแมกนีเซียมในเลือดสูงมักเกิดจากการได้รับยาบางชนิด เช่น ยาลดกรดในกระเพาะ

อาหารที่มีแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบ หรือยาระบายชนิด milk of magnesia เป็นต้น

2.5 วิตามินชนิดต่างๆ เนื่องจากผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังอาจมีภาวะขาดวิตามินและเกลือแร่ได้จากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การรับประทานได้น้อยลง เยื่อบุลำไส้ดูดซึมได้ลดลงจากการได้รับยาบางประเภท เช่น แคลเซียมที่ใช้เป็นยาจับฟอสเฟตในทางเดินอาหาร หรือธาตุเหล็กชนิดรับประทาน สูญเสียออกไปกับภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ รวมถึงมีสารต่อต้านการทำงานของวิตามิน (vitamin inhibitors) อยู่ในกระแสเลือดจากภาวะของเสียคั่งในร่างกาย ดังนั้นผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังควรได้รับวิตามินเสริมให้เพียงพอในแต่ละวัน¹⁵ สำหรับปริมาณความต้องการวิตามินที่ละลายในน้ำ (water soluble vitamin) ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง แสดงในตารางที่ 2 สำหรับวิตามินที่ละลายในไขมันนั้นไม่แนะนำให้เสริมแก่ผู้ป่วยโรคไต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิตามินเอ เนื่องจากการตรวจพบระดับของวิตามินเอ (plasma retinol level) ในเลือดที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับคนปกติ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ retinol-binding protein ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการให้ multivitamin ที่มีวิตามินที่ละลายในไขมันแก่ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง สำหรับแร่ธาตุชนิดอื่น เช่น zinc copper หรือ selenium นั้นไม่แนะนำให้เพิ่มเติม ยกเว้นมีอาการจากการขาด trace element ชนิดนั้นๆ

คำแนะนำในการให้สารอาหารเสริมในผู้ป่วยโรคไตใน ระยะที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต

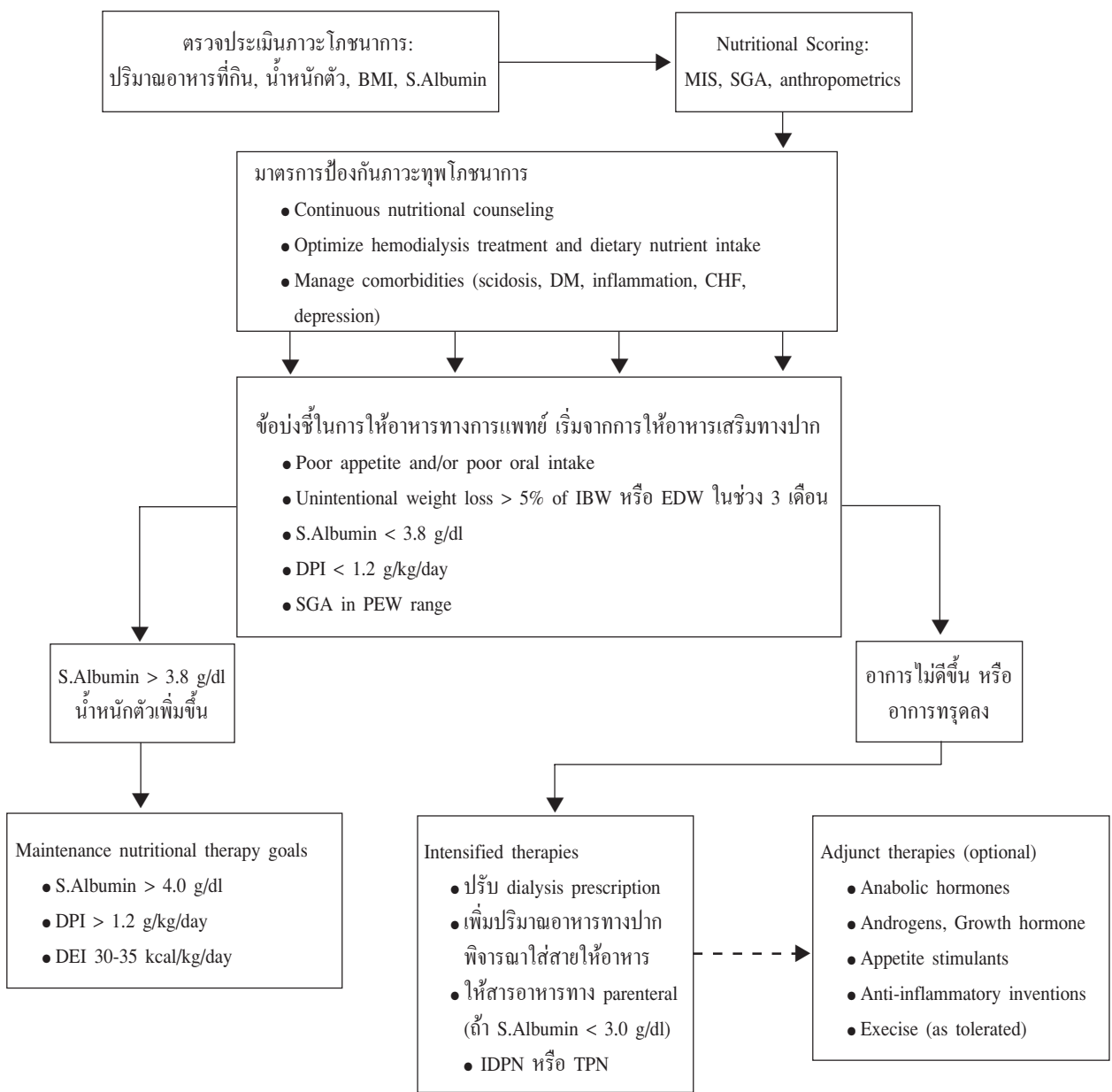
ผู้ป่วยโรคไตที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตทั้งโดยวิธี HD และ PD มักมีความต้องการพลังงานในปริมาณที่ใกล้เคียงกับผู้ป่วยโรคไตในระยะก่อนการบำบัดทดแทนไต แต่ต้องการปริมาณโปรตีนต่อวันในปริมาณที่สูงกว่า (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งของผู้ป่วย HD และ PD ได้รับปริมาณโปรตีนต่อวันน้อยกว่า 1.0 กรัม/กก./วัน และได้รับปริมาณพลังงานไม่เพียงพออีกด้วย¹⁶ ดังนั้นจึงมีคำแนะนำว่าควรเริ่มให้อาหารเสริม (nutritional support) แก่ผู้ป่วย HD และ PD เมื่อผู้ป่วยได้รับพลังงานและโปรตีนจากการรับประทานเองทางปากได้น้อยกว่า 30 กิโลแคลอรี/กก./วัน และ 1.0 กรัม/กก./วัน ตามลำดับ หลักสำคัญของ การให้สารอาหารเสริมแก่ผู้ป่วยกลุ่มนี้ คือ ควรให้อาหารทางเดินอาหาร (gastrointestinal tract) ของผู้ป่วยเองเสมอ หากแพทย์และพยาบาลประเมินแล้วว่าผู้ป่วยไม่สามารถรับประทานอาหารเองได้เพียงพอในช่วง 1-2 สัปดาห์ ควรพิจารณาอาหารเสริมทางปาก (Oral Nutrition Supplement, ONS) แก่ผู้ป่วยเป็นลำดับแรก จากการศึกษพบว่าอาหารเสริมทางปากให้พลังงานเสริมแก่ผู้ป่วยโดยเฉลี่ยวันละ 7-10 กิโลแคลอรี/กก. และโปรตีนเสริมวันละ 0.3-0.4 กรัม/กก. สามารถแบ่งให้ เป็นมื้อย่อย วัน

ตารางที่ 2 ปริมาณความต้องการวิตามินในแต่ละวันของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 15)

ชนิดของวิตามิน	ปริมาณที่แนะนำในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง
วิตามินเอ	ไม่แนะนำให้เสริม
วิตามินอี	ไม่ทราบปริมาณชัดเจน
วิตามินเค	ไม่แนะนำให้เสริม
วิตามินบี1 (thiamine)	1.1-1.2 มิลลิกรัม/วัน
วิตามินบี2 (riboflavin)	1.1-1.3 มิลลิกรัม/วัน
วิตามินบี6 (pyridoxine)	5-10 มิลลิกรัม/วัน
วิตามินบี12	2 ไมโครกรัม/วัน
วิตามินซี	60-90 มิลลิกรัม/วัน
โฟลิก	400-1000 มิลลิกรัม/วัน
ไนอะซิน	4-16 มิลลิกรัม/วัน
ไบโอติน	30 มิลลิกรัม/วัน
กรดแพนโทเทนิก	5 มิลลิกรัม/วัน

ละ 2-3 ครั้ง หลังอาหารมื้อหลักประมาณ 1 ชั่วโมง การให้อาหารเสริมทางปากจะสามารถเพิ่มระดับอัลบูมินหรืออัลบูมิน น้ำหนักตัว และมวลกล้ามเนื้อของผู้ป่วยได้ ขึ้นกับชนิดและระยะเวลาของการให้อาหารเสริมทางปาก อย่างไรก็ตามหากผู้ป่วยยังไม่สามารถได้รับพลังงานหรือโปรตีนตามเกณฑ์ที่ต้องการ ควรพิจารณาเริ่มการให้อาหารเสริมผ่านทางท่อให้อาหารซึ่งอาจเป็นได้ทั้ง nasogastric, nasojejunal tube feeding หรือ Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG) เป็น

ลำดับถัดไป สำหรับผู้ป่วยมีข้อบ่งชี้ที่ไม่สามารถให้อาหารทางท่อนำอาหารได้ เช่น มีภาวะลำไส้อุดตัน มีเลือดออกทางท่อนำอาหารอย่างรุนแรง จึงค่อยพิจารณาให้อาหารเสริมผ่านทางหลอดเลือดดำ ทั้งนี้ควรพิจารณาให้อาหารเสริมผ่านทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย (Peripheral Parenteral Nutrition, PPN) ในกรณีที่ต้องการเสริมสารอาหารน้อยกว่า 2 สัปดาห์ ไม่ต้องการจำกัดปริมาณน้ำขาเข้าร่างกาย และไม่มีภาวะทุพโภชนาการขั้นรุนแรง หากตกเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งข้างต้น ควรพิจารณาให้อาหาร



รูปที่ 2 แนวทางการให้อาหารแก่ผู้ป่วยโรคไตที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 17)

เสริมผ่านทางหลอดเลือดดำใหญ่ (Total Parenteral Nutrition, TPN) แทนแนวทางการให้สารอาหารแก่ผู้ป่วยโรคไตที่ได้รับการฟอกเลือด¹⁷ ดังแสดงในรูปที่ 2

การให้ Intradialytic Parenteral Nutrition (IDPN) ในระหว่างที่ผู้ป่วยฟอกเลือดนั้น ควรให้ปริมาณสารอาหารไม่เกิน 1 ลิตรต่อการฟอกนาน 4 ชั่วโมง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดึง ultrafiltrate ไม่ได้ จึงทำให้พลังงานและสารอาหารที่ผู้ป่วยได้รับโดยวิธี IDPN จึงมักได้เพียงร้อยละ 25 จากความต้องการทั้งหมด กล่าวคือ ผู้ป่วยมักได้รับพลังงานและโปรตีนเพิ่มเติมเฉลี่ยเพียง 5 กิโลแคลอรี/กก./วัน และ 0.25 กรัม/กก./วัน ดังนั้น IDPN จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยฟอกเลือดที่รับประทานอาหารทางปากได้อย่างน้อย 20 กิโลแคลอรี/กก./วัน และรับประทานโปรตีนได้ขั้นต่ำ 0.8-0.9 กรัม/กก./วัน ร่วมกับปฏิเสธการให้ ONS และการให้อาหารทางท่อให้อาหาร เป็นต้น อนึ่ง หากแพทย์โรคไตพิจารณาการให้ IDPN แล้วควรให้ทานอย่างน้อย 3-6 เดือน ร่วมกับการตรวจทางห้องปฏิบัติ เป็นระยะเพื่อควบคุมให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดน้อยกว่า 300 มก./ดล. และระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ระหว่าง 110-180 มก./ดล.¹⁸

สำหรับการให้ intraperitoneal (IP) amino acid solution ข้อมูลจากการศึกษาแบบสุ่มพบว่าการให้ IP 1.1% amino acid solution เพียงวันละรอบ (ซึ่งจะได้รับกรดอะมิโนทั้งชนิดจำเป็นและไม่จำเป็นรวม 16-17 กรัม อนุমানให้อัตราการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายร้อยละ 80-85) สามารถทดแทนการสูญเสียกรดอะมิโนออกไปกับน้ำยา PD ได้ดี และยังสามารถช่วยเพิ่มดัชนีการบริโภคโปรตีนระดับอัลบูมิน มวลกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณมือได้ แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเสียชีวิตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับกรดอะมิโนเสริมผ่านทางช่องท้อง อย่างไรก็ตามการบริหาร IP amino acid solution มากกว่าวันละ 1 รอบ อาจกระตุ้นให้เกิดภาวะความเป็นกรดและค่ายูเรียในเลือดสูงขึ้น¹⁹

เอกสารอ้างอิง

1. Mitch WE, Remuzzi G. Diets for patients with chronic kidney disease, still worth prescribing. *J Am Soc Nephrol.* 2004;15(1):234-7.
2. Wilcox CS. Dietary salt intake for patients with hy-

perension or kidney disease. In: Mitch WE, Ikizler TA, editors. *Handbook of nutrition and the kidney.* 6th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 2009. p. 233-42.

3. Imran N, Mandayam S, Mitch WE. Nutritional management of patients with chronic kidney disease. In: Kimmel PL, Rosenberg ME, editors. *Chronic kidney disease.* San Diego, CA: Elsevier; 2015. p. 613-23.
4. National Kidney Foundation. Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. *K/DOQI. Am J Kidney Dis* 2000 Jun;35 (6 Suppl 2):S1-140.
5. Devlin TM. Protein metabolism. In: Devlin TM, ed. *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations.* 3rd ed. New York: Wiley-Liss, 1992: 475-528.
6. Kalantar-Zadeh K, Horwich TB, Oreopoulos A, Kovesdy CP, Younessi H, Anker SD, et al. Risk factor paradox in wasting diseases. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2007;10(4):433-42.
7. Dou L, Bertrand E, Cerini C, Faure V, Sampol J, Vanholder R, et al. The uremic solutes p-cresol and indoxyl sulfate inhibit endothelial proliferation and wound repair. *Kidney Int.* 2004;65(2):442-51.
8. Lowrie EG, Lew NL. Death risk in hemodialysis patients: the predictive value of commonly measured variables and an evaluation of death rate differences between facilities. *Am J Kidney Dis.* 1990;15(5):458-82.
9. Kopple JD, Greene T, Chumlea WC, Hollinger D, Maroni BJ, Merrill D, et al. Relationship between nutritional status and the glomerular filtration rate: results from the MDRD study. *Kidney Int.* 2000; 57(4):1688-703.
10. Chuasuwan A, Praditpornsilpa K. Thailand renal replacement therapy (TRT) report 2014.
11. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2008;73(4):391-8.
12. NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Peritoneal Dialysis Adequacy: update 2000. *Am J Kidney Dis.* 2001;37(1 Suppl 1):S65-s136.
13. Ikizler TA, Cano NJ, Franch H, Fouque D, Himmelfarb J, Kalantar-Zadeh K, et al. Prevention and treatment of protein energy wasting in chronic kidney disease

- patients: a consensus statement by the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. *Kidney Int.* 2013;84(6):1096-107.
14. Goodship TH, Mitch WE, Hoerr RA, Wagner DA, Steinman TI, Young VR. Adaptation to low-protein diets in renal failure: leucine turnover and nitrogen balance. *J Am Soc Nephrol.* 1990;1(1):66-75.
 15. Kopple JD. Trace elements and vitamins in renal disease. In: Mitch WE, Klahr S, editors. *Nutrition and the kidney.* 6th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 2010. p. 163-76.
 16. Cupisti A, Kalantar-Zadeh K. Management of natural and added dietary phosphorus burden in kidney disease. *Semin Nephrol.* 2013;33(2):180-90.
 17. The Nephrology Society of Thailand. *Hemodialysis Clinical Practice Recommendation 2014.*
 18. Sabatino A, Regolisti G, Antonucci E, Cabassi A, Morabito S, Fiaccadori E. Intradialytic parenteral nutrition in end-stage renal disease: practical aspects, indications and limits. *J Nephrol.* 2014;27(4):377-83.
 19. Han SH, Han DS. Nutrition in patients on peritoneal dialysis. *Nat Rev Nephrol.* 2012;8(3):163-75.